397—402 1107(17)

动 物 学 研 究 1992, 13(4):397—402
Zoological Research

ISSN 0254—5853
CN 53—1040/Q

综 述

白蚁研究与进展概述

宋世模 杨 兵
(中国科学院昆明动物研究所 650107)

黄复生
(中国科学院动物研究所)

Q969.296

关键词：等翅目，白蚁，起源，区系划分，综合治理 白蚁科
Key words: Isoptera, Termite, Origination, Fauna, Integrated control

白蚁是昆虫分类系统中比较原始和古老的社会性昆虫。在长期的进化过程中，群体逐渐演变成具有不同品级和高度分工、组织严密和科学的类群。同时，随着地球的地质变迁和不断运动，白蚁的形态特征、生物学特性、以及活动行为朝着有利于种群繁衍和生存的方向发展演化，构成具有地区特色的生态类型和地理分布。因此，白蚁类群往往多用于研究和阐明一些重要的进化概念和作用。如同源、趋同现象，平行现象，退化和适应性进化等。白蚁以取食各种植物性纤维为主，营木栖、土栖和土木栖生活。从而对人类的衣食住行产生一定的影响。从地球表面的物质循环看，它在森林生态系统中，既是一个消费者，又是一个分解者。它可取食和分解植物有机质，转化成腐植质；白蚁虫体具有丰富的营养，可供人类加工开发食用；其虫体及蚁巢、巢土均可入药，治疗肝病、恶疮肿毒、益胃、清神、治痔等各类病症；有些地区借用白蚁自地下深处，搬运至地表的堆积物探查矿藏。相反，白蚁也籍人类的活动传布繁衍，造成房屋建筑、桥梁的倒塌，水库、江河堤坝的溃决，蛀食仓储物资。凡此种种，常常给人民的生命财产带来不可估量的损失。据有关部门1985年的不完全统计，我国各地因白蚁为害，约损失17亿元。

白蚁的起源

多数昆虫学家的一个共同认识是，原始的白蚁类群一些形态特征，与蜚蠊近似。认为这两个类群在起源和系统发育上，有较密的亲缘关系。Mckittrick (1964) 首次证实澳白蚁属*Mastotermes*与食木蜚蠊*Cryptocereus punctulatus* Scudder 前胃和雌性外生殖器的相同点。结合其它生物学和生态学比较，不难得出白蚁的起源时期与蜚蠊起源相距不远的判断。甚至有人 (Richard 等, 1977) 推断，白蚁很可能起源于营社会生活的

文本1991年3月6日收到，同年9月9日修回。

类蜚蠊祖先（Cockroachlike ancestor）。据化石资料，蜚蠊目Blatariae Brunner 出现于古生代的石炭纪晚期（3亿年前）。此时期气候温暖湿润，森林茂盛的沼泽环境，有利于蜚蠊的生存和化石遗体的保存。该时期许多蜚蠊种类与现代类群相近似，表明其演化进度与变异程度比较缓慢。Zalessky 认为白蚁的起源时期，是在中生代的二叠纪(Permian)。并以该时期的化石标本，建立了乌拉尔白蚁科Uralo termitidae Zalessky 1937 二叠乌拉白蚁*Uralotermes permianus* Zalessky 1937。但美国昆虫学家 Emerson 并不认为*Uralotermes permianus*是白蚁化石，曾予以否定（1965）。他在1967年描述了一个产于白垩纪（Cretaceous）的化石标本，定名为卡氏白垩白蚁 *Cretatermes carpenteri*。这是迄今发现的最早化石标本（如果*Uralotermes*化石标本被否定）。但Emerson（1967）并不否定白蚁可能起源于古生代晚期至中生代早期之间。

此外，Kapoor（1981）认为白蚁起源于白垩纪晚期，但可推溯至石炭纪早期；松香光夫等（1984）认为起源于白垩纪早期，并推溯至三叠纪的早三叠世（Triassic-T_1）。

在研究了白蚁与蜚蠊的亲缘关系；云贵高原二叠纪晚期古蠊科 Archimylacridae 蜚蠊化石的发现（林启彬，1978）；古地理环境的演变；以及云南独特的地域性气候和适宜的生态环境的基础上。作者推断，我国西南地区的白蚁，可能起源于二叠纪末期至三叠纪初期（朱世模，1989）。以后随着地质变迁，逐渐在亚热带、热带雨林、季雨林以及低热河谷的广大地域传布扩展。与此同时，在研究白蚁与蜚蠊相关形态特征的基础上，提出了白蚁具进化意义的原始型、蜕变型论点（黄复生等，1988）。它不仅能反映出白蚁各品级的进化水平，而且从形态归类中，进一步认识白蚁各科之间的亲缘关系和分类系统。

白蚁地理分布和区系划分

目前已知白蚁主要分布在世界各大洲气候湿热、植被繁茂的地区，如非洲邻近赤道的南北两侧地区；印度次大陆；东南亚地区；新澳地区；北、中、南美洲大陆等地区；古北区南部及与东洋区相邻的地域，地中海北岸诸半岛地区。但历次发现的白蚁化石地点，有相当一部分是分布在当今北半球的寒冷地区。据统计，在已知现已灭绝的白蚁24个化石属中，分布在这一地区的化石属占73.91%。如波罗的海的木白蚁科 Kalotermitidae中 *Proelectrotermes*，*Electrotermes*化石；分布德国、捷克和斯洛伐克的澳白蚁科Mastotermitidae中Miotermes；西伯利亚的原白蚁科 Hodotermitidae 中 *Ulmeriella*；以及北美洲东北部，靠近北极圈的拉布拉多（Labrador）的*Cretatermes*等（Krishna, 1969)。相反，一些白蚁化石属，如Mastotermitidae, Kalotermitidae, Rhinotermitidae等科内较原始的10个化石类群；*Mastotermes*、*Cryptotermes*、*Incisitermes*、*Neotermes*、*Kalotermes*、*Glyptotermes*、*Calcaritermes*、*Heterotermes*、*Coptotermes* 和 *Reticulitermes* 至今仍存留繁衍。其中除了 *Kalotermes*、*Heterotermes*、*Coptotermes*、*Reticulitermes* 4个化石属，在目前北半球古北区和新北区的温暖地带仍有分布外，其余化石属，均分别分布在热带和亚热带的东洋区、马尔加什区、新热带区、埃塞俄比亚区、澳洲区和巴布亚地区（表1）。

表 1　延续生存的化石属地理分布

Tab. 1　Geographic distribution of the termite fossils living continuingly

科　名	属　名	古北区	新北区	东洋区	马尔加什	新热带区	埃塞俄比亚区	澳洲区	巴布亚
Mastotermitidae	*Mastotermes*							+	
Kalotermitidae	*Cryptotermes*		+	+	+	+	+	+	+
	Incisitermes		+	+	+	+			+
	Neotermes		+	+	+	+	+	+	+
	Kalotermes	+	+	+	+		+	+	+
	Glyptotermes			+	+	+	+	+	+
	Calcaritermes		+			+			
Rhinotermitidae	*Heterotermes*		+	+		+	+	+	+
	Coptotermes	+		+	+	+	+	+	+
	Reticulitermes	+	+						

现试从地球的古地理演变，阐述白蚁在漫长的系统演化中形成的地理分布。在中生代晚期的白垩纪，大地构造处于旧阿尔卑斯（燕山）构造阶段。此时南美洲、非洲和澳洲已经分离。全球属于热带气候。水杉与近代被子植物森林出现，恐龙极盛。到晚白垩世，气候略有变化，近代森林增加，裸子植物开始衰退，恐龙灭绝，古代哺乳动物显著。此时期白蚁各科已分布在地球各个地区。到第三纪，欧洲和北美洲已经漂离，形成现今的状态。全球局部地区出现谷地冰川，由热带气候转为凉爽半干，气温几度波动。一度扩展到北极地带的大片森林，逐渐缩小和衰退。植物已全部进入被子植物时代。白蚁化石标本多发现于始新世至上新世之间的各个大陆。从全球的地理与气候演变分析，作者等认为：1.从已发现的最早白蚁化石年龄推算，中生代晚期分布在世界各主要热带、亚热带地区的白蚁，是在大陆漂移和分离前后的过程中形成的；2.各亚科和属的分化及其地理分布，则是在欧洲和北美洲分离前，甚至是在大陆漂移以前，就分布在各个大陆地域上（黄复生等，1989）；3.白蚁在长时期的进化过程中，因地球气候变化，北半球的部分地区白蚁类群，不能抵御严寒而灭绝。同时遵循共同的物种进化规律，在相同或不同的地理环境中进行演变、分化，逐渐形成以纤维素为主，大部类群在湿热地区，营封闭的社会群居生活，进而在各个大陆，建立有一定亲缘关联的、具有地理特色的区系组成。

我国近代白蚁的分类区系研究，大约始于本世纪初。已有资料记载的是日本昆虫学家松村松年 1904 年报道的台湾产白蚁 *Termes* sp.，1907年定名为赤树白蚁 *Glyptotermes satsumensis*(Matsumura)。1949年Snyder在《世界白蚁名录》中，共记录中国产白蚁26种，但均系国外学者定名。从五十年代起，我国昆虫学家和白蚁科技工作者，先后开展了系统的研究工作。华南热带作物科学研究所的尤其伟教授，偕其助手平正明等人，对中国云南、两广、海南岛的18属46种白蚁进行了生物学、生态学的考察研究。并在此基础上，首次提出了中国南部（两广、云南）白蚁区系划分的初步意见。随后，复于1964年正式发表了《中国等翅目区系划分的探讨》论文。区划为中国温暖带、中国亚

热鬐带和中国热鬐带3个白蚁分布区。并按筑巢位置及方式，将热鬐带区分为垅巢系、半垅系、球垅系、地巢系、室巢系和木巢系。尤氏区划特点是：1.反映出各区白蚁的部分生物学、生态学特性；2.揭示出我国中、南部地区白蚁的广布种和地区特有种的分布状态。但是，由于受到七十年代以后才陆续发展起来的、与白蚁地理分布密切相关的地质学、古地理学、古生物学和昆虫地质历史等进展的限制，从而对某些白蚁的区系组成、起源时期、起源中心的探讨和论证受到了限制。如曾根据Zalessky定名的*Uralotermes*化石（Emerson 曾于1965年予以否定），进而推断原苏联乌拉尔地区是等翅目起源的中心。即或如此，该文仍不失为我国白蚁的区系研究，提供了值得可借鉴之文献。我国著名昆虫学家蔡邦华教授及其助手陈宁生，与尤其伟同期发表《中国白蚁分类和区系问题》* 一文。对全国已知62种白蚁的分布地点进行整理分析，得出我国白蚁区系，以西南为中心，逐步向北向东分布扩散，止于北纬40°。愈近中心，种类多而生活习性愈加复杂。蔡氏以我国分布较广的散白蚁 *Reticulitermes*、土白蚁 *Odontotermes*、家白蚁 *Coptotermes*、木白蚁 *Cryptotermes* 和大白蚁亚科 Mastotermitinae 各属的土垅类群为代表的分布北界，划分共5个区。并指出各区的南界相互重叠特点，愈往南其重叠性愈加集中交错。此种区划特点是：1.明确了我国4类白蚁的北界范围；2.按地形的生物-气候类型相结合进行区划，似与中国综合自然地理区划有相对应之处。同时显示出中国白蚁在生态地理方面的系统概念。但因当时条件所限，对西藏东南地区的察隅、墨脱和南海的西沙群岛的白蚁，未作系统调查，在区划中未能加以反映。

随着我国白蚁研究工作的进展，白蚁种类从七十年代末的94种增加到近400种。各类群的地理分布逐步扩大。加上白蚁生存地区气候、土壤、植被和人类活动等因素的影响，构成了各自生存发展的自然地理综合体。因此，若单从白蚁类群和气候因素考虑区系划分，似嫌不足以全面阐明其区划特点。尤其是白蚁赖以生存的林木和林区生态系统，又是白蚁区划中的重要组成部分。为此，作者根据尤、蔡区划意见，取二者之所长，结合中国综合自然区划，并针对白蚁在各地的分布特点，白蚁对林木经济价值产生的影响等诸因素，将中国白蚁区划为6区19亚区：

Ⅰ暖温带落叶阔叶林区

　Ⅰ$_1$辽东－黄淮亚区

　Ⅰ$_2$冀北－关中亚区

　Ⅰ$_3$晋中－陕甘亚区

Ⅱ北亚热带落叶阔叶与常绿阔叶混交林区

　Ⅱ$_4$江淮中下游亚区

　Ⅱ$_5$秦岭大巴山亚区

Ⅲ中亚热带常绿阔叶林区

　Ⅲ$_6$浙闽亚区

　Ⅲ$_7$湘桂赣山地丘陵亚区

　Ⅲ$_8$贵州高原亚区

---

* 尤其伟和蔡邦华论文，同时在1964年昆虫学报13卷1期发表。

Ⅲ₉四川盆地亚区

Ⅳ南亚热带常绿阔叶林区

Ⅳ₁₀台湾亚区

Ⅳ₁₁泉州－广州－玉林亚区

Ⅳ₁₂南宁－百色亚区

Ⅴ西南亚热带常绿阔叶林区

Ⅴ₁₃滇东－西昌亚区

Ⅴ₁₄横断山脉南部亚区

Ⅴ₁₅滇西－藏南亚区

Ⅴ₁₆横断山脉中部亚区

Ⅵ热带季雨林区

Ⅵ₁₇雷州半岛－凭祥亚区

Ⅵ₁₈海南岛亚区

Ⅵ₁₉滇南亚区

值得指出的是，此种白蚁区系划分的方法，出现了某些白蚁类群的种属，同时分布在两个或以上地区的现象，似有重复之感。但这种重复，足以反映出这些种属在各个地理区划中，表现出来的独特性和同时分布在几个区划的整体性。

白蚁的综合治理

白蚁生物学生态学研究　我国近几十年有关白蚁生物学、生态学研究，主要是在蚁害综合治理的前提和需要的基础上，逐步开展起来的。故研究对象多偏重在为害木料、房屋建筑、堤岸大坝、仓储物资等方面的堆砂白蚁属 *Cryptotermes* sp.、散白蚁属、土白蚁属、家白蚁属和大白蚁属 *Macrotermes* sp.。研究结果表明，在基础理论和实践应用两个方面，都取得了很大进展。黄亮文等（1983）在广州、清远等地室内外，对台湾家白蚁 *Coptotermes formosanus* Shiraki 进行了 8 年的系列研究，终于在第八年培养出首批有翅成虫。李耀华、刘显钧等对宜昌地区黄胸散白蚁 *Reticulitermes speratus* (Kolbe) 分群活动的生物、生态学研究，积21年之研究结果，确定了黄胸散白蚁分群期时限；阐明了各次分飞与温度的关系；提出了分群发生的气象规律和分群的年度间断性。从而对该地区黄胸散白蚁的防治，提供了有指导意义的科学依据。潘演征、刘源智等人从1976年开始，对四川的黑胸散白蚁 *Reticulitermes chinensis* Snyder 进行了为时14年的研究。其内容包括：黑胸散白蚁在四川盆地分飞期的划分及预测；补充型生殖蚁的产生及发育；新群体的建立及发展规律的研究等。在实验室条件下饲养的新建群体，经历了 9—10年发育成熟，分化产生有翅成虫。李栋、赵元等（1983）对土质堤坝内营巢为害的黑翅土白蚁 *Odontotermes formosanus* Shiraki、海南土白蚁 *O. hainanensis* (Light)、黄翅大白蚁 *Macrotermes barneyi* Light 的活动规律进行了长期调查研究，模索出该种群的分群孔分布图象与主巢方位的规律性，并在防治实践中得到进一步验证。从而为防治堤坝土白蚁和大白蚁，提供了较准确而有效的理论依据。陈

镈尧等（1981）从1974年起，采取定巢观察、室内饲养和剖巢检查等方法，对严重为害安徽南部和江淮丘陵地区的林木及堤坝土楼白蚁（黑翅土白蚁和黄翅大白蚁）进行了系统研究，提出了土楼白蚁类群的活动规律和防治技术。

白蚁的综合治理 不同类群的白蚁食性亦不尽相同。因此为害对象及种类也有差别。大致可分为以下几类：蛀食干木材类，如堆砂白蚁属；培养真菌类，如大白蚁属和土白蚁属；食草类，如刈草类白蚁属 *Anacanthotermes*。对各类白蚁的防治，仍贯彻"预防为主，综合防治"的方针。如使用化学物质处理木材，达到防白蚁、防腐，以保护房屋和延长使用寿命的目的；采用化学药剂、毒土、物理隔离，改进护套材料性能以防止家白蚁对地下电缆的蛀蚀。在化学药剂防治上，我国多使用砷制剂（砒霜类）、有机合成药物（灭蚁灵）毒杀或诱杀；用熏蒸法（磷化铝、溴甲烷、氯化苦、硫酰氟）防治堆砂白蚁和堤坝白蚁；选用艾氏剂、狄氏剂、辛硫磷、甲基异硫磷、二氯苯醚菊酯、灭蚁灵等药物，防治为害甘蔗、茶、桑、橡胶、果树和其它热带经济作物白蚁，收效亦佳。高道蓉等采用毒饵诱杀土白蚁和家白蚁的技术应用（如粉状诱杀包、胶冻剂、纸型等），有显著进展。近年来已成为我国白蚁综合防治措施中的重要内容。

其它如放射性同位素和声频的应用；利用微生物（白僵菌、黄曲霉、腐木真菌毒素等）防治白蚁；利用保幼激素、跟踪激素对白蚁的品级分化、个体发育和群体活动进行干扰和破坏，以达到控制种群和防治的目的。为防止或减少新群体的再建立，可在有翅成虫分飞期内，设置灯光诱集或利用鸟类、蛙类、蜥蜴、家禽、小兽类（穿山甲、针鼹），以及天敌昆虫（蚂蚁、蜻蜓等）捕食。此外，还应对白蚁发生为害国家和地区进口的木材和木制品进行检疫，防止和杜绝国外种类传带入中国。国内的木材和仓储物资在检疫时，也应注意这个问题。

参 考 文 献

尤其伟，平正明。1964.中国等翅目区系划分的探讨。昆虫学报。13(1)：10—23。

李桂祥，戴自荣等。1989。中国白蚁与防治方法。北京：科学出版社，88—124。

李栋，赵元等。1983。黑翅土白蚁的分群孔与主巢方位的关系。昆虫学报，26(1)：30—35。

陈镈尧。1981。土栖白蚁。合肥：安徽科学出版社。

林普祥。1988。农林白蚁。北京：农业出版社。

黄复生，朱世模等。1987。大陆漂移与白蚁的系统发育。动物学研究，8(1)：55—59。

黄复生，朱世模，李桂祥。1988。白蚁的外部形态和分类系统。动物学研究，9(3)：301—308。

黄复生，李桂祥，朱世模。1989。中国蚁白分类及生物学。杨陵：天则出版社46—65。

黄亮文，陈丽玲。1983。从家白蚁实验群体培育出有翅繁殖蚁。昆虫学报，26(4)：463—464。

朱世模，黄复生。1989。地质变迁与云南白蚁的发生。动物学研究，10(1)：1—8。

Emerson, A. E. 1967. Cretaceous insects from Labrador 3. A new genus and species of termite (Isoptera, Hodotermitidae) *Psyche*, 74(4):276-289.

Kapoor, V. C. 1981. Origin and evolution of insects, Ludhiana: Kaliyani Publishers, 53-69.

Krishna, K. & Weesner, F. M. 1970. Biology of Termites, New York: Academia press, 127-152.

Snyder, T. E. 1949. Catalog of the termites (Isoptera) of the world, *Smithson. Inst.*